

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開2000-211769

(P2000-211769A)

(43) 公開日 平成12年8月2日 (2000.8.2)

(51) Int.Cl.

B 6 5 H 7/00

識別記号

F I

B 6 5 H 7/00

キーワード (参考)

3 F 0 4 8

審査請求 未請求 請求項の数 3 O L (全 8 頁)

(21) 出願番号 特願平11-13257

(22) 出願日 平成11年1月21日 (1999.1.21)

(71) 出願人 000002945

オムロン株式会社

京都府京都市右京区花園土堂町10番地

(72) 発明者 西尾 剛輝

京都府京都市右京区花園土堂町10番地 オムロン株式会社内

(72) 発明者 大橋 祐二

京都府京都市右京区花園土堂町10番地 オムロン株式会社内

(74) 代理人 100082131

弁理士 稲本 義雄

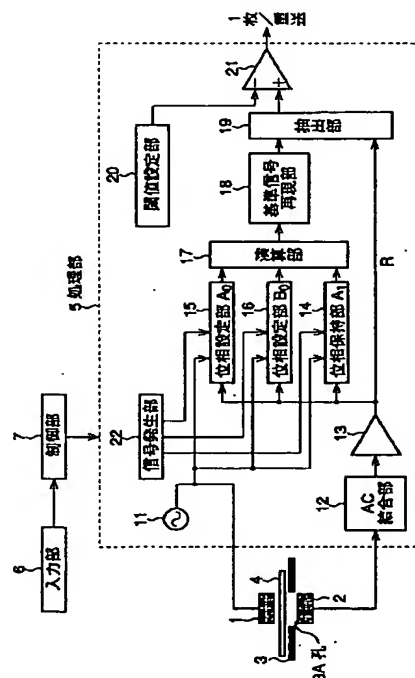
最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 紙葉類検知装置

(57) 【要約】

【課題】 紙葉類の厚さや周囲の環境に影響されずに、紙葉類の重送を検知できるようにする。

【解決手段】 超音波送信器1より送信した超音波を、紙葉類4を介して、超音波受信機2で受信する。受信信号は、抽出部19に入力され、基準信号再現部18の出力する基準信号の位相と比較され、その位相差に対応するレベルの信号に変換される。位相差に対応するレベルの信号は、比較器21において、閾値設定部20に設定されている閾値と比較される。比較器21は、紙葉類4が1枚だけ搬送されているとき、高レベルの信号を出力し、重送のとき、低レベルの信号を出力する。



【特許請求の範囲】

【請求項1】 送信信号を送信する送信手段と、前記送信手段が送信した前記送信信号を、紙葉類が搬送される搬送路を介して受信し、受信信号を出力する受信手段と、

所定の位相の基準信号を発生する発生手段と、前記受信手段が出力する前記受信信号と、前記発生手段が発生した前記基準信号の位相を比較し、その差に対応するレベルの信号を出力する位相比較手段と、所定の基準レベルを記憶する記憶手段と、前記位相比較手段の出力と、前記記憶手段に記憶されている前記基準レベルの大きさを比較し、その比較結果を出力するレベル比較手段とを含むことを特徴とする紙葉類検知装置。

【請求項2】 前記発生手段は、前記搬送路に前記紙葉類が存在しない場合に前記受信手段が出力する前記受信信号の位相を、前記基準信号の位相に反映させるために保持する第1の保持手段を含むことを特徴とする請求項1に記載の紙葉類検知装置。

【請求項3】 前記発生手段は、所定の基準時における、前記搬送路に前記紙葉類が存在しない場合に前記受信手段が出力する前記受信信号の位相を、前記基準信号の位相に反映させるために保持する第2の保持手段と、前記基準時における、前記搬送路に前記紙葉類が1枚存在する場合に前記受信手段が出力する前記受信信号の位相を、前記基準信号の位相に反映させるために保持する第3の保持手段とをさらに含み、前記発生手段は、前記第1の保持手段に保持されている位相と前記第3の保持手段に保持されている位相の和と、前記第2の保持手段に保持されている位相の差に基づいて、前記基準信号の位相を決定することを特徴とする請求項2に記載の紙葉類検知装置。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、紙葉類検知装置に関し、特に、紙葉類の重送を確実に検知することができるようにした、紙葉類検知装置に関する。

【0002】

【従来の技術】スキャナ、プリンタ、複写機、印刷機、ATM (Automated Teller Machine) などにおいては、用紙、紙幣などの紙葉類を1枚ずつ分離し、搬送する機構が設けられている。本来、紙葉類を1枚だけ搬送すべきところ、2枚以上の紙葉類が、一部分、もしくは全体が重なりあった状態で搬送される、いわゆる重送が起きた場合、ユーザに対して警告する必要がある。このため、これらの装置には、重送を検知する重送検知装置が設けられている。

【0003】この重送検知装置は、その検出原理に従って、例えば、特許第1725105号に開示されている

ようなレベル方式と、特開昭52-40379号公報に開示されているような位相方式とに大別される。

【0004】レベル方式においては、紙葉類が搬送される搬送路中に、超音波を送信する送信器と、送信された超音波を受信する受信器とが設けられている。受信器は、送信器より送信された超音波を、搬送されている紙葉類を介して受信し（紙葉類を透過した超音波を受信し）、その受信レベルに対応する信号を出力する。受信器の出力する信号のレベルは、紙葉類が1枚である場合に較べて、紙葉類が2枚以上である場合、超音波の減衰が大きくなるため、小さくなる。従って、受信器の出力する信号のレベルを所定の閾値と比較することで、重送であるか否かを判定することができる。

【0005】一方、位相方式においては、送信器が、所定の位相の送信信号を出力する。受信器は、紙葉類を透過した送信信号を受信する。受信器の出力する信号の位相は、紙葉類が1枚である場合に較べて、紙葉類が2枚以上である場合には、より大きく変化する。そこで、送信信号の位相と受信信号の位相差を所定の基準値と比較し、その比較結果から重送を検知することができる。

【0006】

【発明が解決しようとする課題】しかしながら、上記したレベル方式は、紙葉類が薄いと超音波の減衰に与える影響が少ないため、搬送される紙葉類が1枚のときと重送の時とで、受信する超音波のレベルに大きな差が表れず、薄い紙葉類の場合、重送を検知することが困難となる課題がある。

【0007】また、位相方式は、逆に、紙葉類が厚い場合、その重送を検知することができない課題がある。すなわち、紙葉類が厚いと、超音波の減衰が大きくなり、重送時には、超音波が過大に減衰し、周期を検出できるほど充分なS/Nを確保することができないほど波形がつぶれてしまい、正確に位相比較を行うことができないためである。

【0008】さらに、位相方式は、周囲の温度や気圧が変化すると、超音波の伝搬速度が変化するため、受信信号の位相が、それにより影響を受け、重送を確実に検知することができない課題がある。

【0009】本発明はこのような状況に鑑みてなされたものであり、紙葉類の厚さや周囲の温度、気圧などの変化に拘らず、確実に、重送を検知できるようにするものである。

【0010】

【課題を解決するための手段】請求項1に記載の紙葉類検知装置は、送信信号を送信する送信手段と、送信手段が送信した送信信号を、紙葉類が搬送される搬送路を介して受信し、受信信号を出力する受信手段と、所定の位相の基準信号を発生する発生手段と、受信手段が出力する受信信号と、発生手段が発生した基準信号の位相を比較し、その差に対応するレベルの信号を出力する位相比

較手段と、所定の基準レベルを記憶する記憶手段と、位相比較手段の出力と、記憶手段に記憶されている基準レベルの大きさを比較し、その比較結果を出力するレベル比較手段とを含むことを特徴とする。

【0011】請求項1に記載の紙葉類検知装置においては、送信手段が送信した送信信号が、紙葉類を介して受信手段により受信され、受信手段が出力する受信信号の位相が基準信号の位相と比較され、その差に対応するレベルの信号が、さらに、所定の基準レベルの大きさと比較される。

【0012】

【発明の実施の形態】以下に本発明の実施の形態を説明するが、特許請求の範囲に記載の発明の各手段と以下の実施の形態との対応関係を明らかにするために、各手段の後の括弧内に、対応する実施の形態（但し一例）を付加して本発明の特徴を記述すると、次のようになる。但し勿論この記載は、各手段を記載したものに限定することを意味するものではない。

【0013】請求項1に記載の紙葉類検知装置は、送信信号を送信する送信手段（例えば、図1の超音波送信器1）と、送信手段が送信した送信信号を、紙葉類が搬送される搬送路を介して受信し、受信信号を出力する受信手段（例えば、図1の超音波受信器2）と、所定の位相の基準信号を発生する発生手段（例えば、図1の演算部17）と、受信手段が出力する受信信号と、発生手段が発生した基準信号の位相を比較し、その差に対応するレベルの信号を出力する位相比較手段（例えば、図1の抽出部19）と、所定の基準レベルを記憶する記憶手段（例えば、図1の閾値設定部20）と、位相比較手段の出力と、記憶手段に記憶されている基準レベルの大きさを比較し、その比較結果を出力するレベル比較手段（例えば、図1の比較器21）とを含むことを特徴とする。

【0014】請求項2に記載の紙葉類検知装置は、発生手段が、搬送路に紙葉類が存在しない場合に受信手段が出力する受信信号の位相を、基準信号の位相に反映させるために保持する第1の保持手段（例えば、図1の位相保持部14）を含むことを特徴とする。

【0015】請求項3に記載の紙葉類検知装置は、発生手段が、所定の基準時における、搬送路に紙葉類が存在しない場合に受信手段が出力する受信信号の位相を、基準信号の位相に反映させるために保持する第2の保持手段（例えば、図1の位相設定部15）と、基準時における、搬送路に紙葉類が1枚存在する場合に受信手段が出力する受信信号の位相を、基準信号の位相に反映させるために保持する第3の保持手段（例えば、図1の位相設定部16）とをさらに含み、発生手段は、第1の保持手段に保持されている位相と第3の保持手段に保持されている位相の和と、第2の保持手段に保持されている位相の差に基づいて、基準信号の位相を決定することを特徴とする。

【0016】図1は、本発明を適用した紙葉類検知装置の構成例を示すブロック図である。超音波送信器1と超音波受信器2は、搬送路3上の孔3Aを介して対向して配置されており、超音波送信器1が送信した超音波は、搬送路3上に紙葉類4が搬送されているとき、紙葉類4を介して（透過して）、紙葉類4が搬送されていないとき、直接、超音波受信器2により受信される。

【0017】処理部5は、発振器11を内蔵しており、発振器11より出力された発振信号は、超音波送信器1に供給され、超音波送信器1は、この発振信号に基づいて発信し、超音波を発生する。超音波受信器2より出力された受信信号は、処理部5に供給され、コンデンサなどよりなるAC結合部12により、交流成分が抽出され、増幅器13により、所定の増幅率で増幅された後、位相保持部14、位相設定部15、16、および抽出部19に供給される。

【0018】位相保持部14、位相設定部15、および位相設定部16は、信号発生部22が、制御部7からの制御に対応して所定のタイミングで発生するサンプリング信号に基づいて、増幅器13が出力する信号の位相をサンプルホールドする。

【0019】位相保持部14に対するサンプリング信号は、例えば、この紙葉類検知装置が利用される直前に、搬送路3上に紙葉類4が存在しないタイミングで発生される。従って、位相保持部14が保持する位相 $A_1$ は、この紙葉類検知装置の使用時における温度と気圧に基づいた位相となっている。

【0020】同様に、位相設定部15には、この紙葉類検知装置の、例えば、工場出荷時において、搬送路3上に紙葉類4が搬送されていないときの増幅器13の出力する信号の位相 $A_0$ が保持されるように、サンプリング信号が供給される。さらに、位相設定部16には、この紙葉類検知装置の工場出荷時において、搬送路3上に標準の紙葉類4が1枚存在する場合における増幅器13の出力する信号の位相 $B_0$ が保持されるように、サンプリング信号が供給される。

【0021】演算部17は、位相保持部14、位相設定部15、および位相設定部16の出力から、次式に従って、基準信号の位相 $B_1$ を演算する。 $B_1 = B_0 - A_0 + A_1$

【0022】基準信号再現部18は、演算部17の出力する、例えば6ビットのデジタルデータに基づいて、アナログの基準信号を生成し、抽出部19に出力する。抽出部19は、増幅器13より入力される信号の位相と、基準信号再現部18より入力される基準信号の位相とを比較し、その位相差に対応するレベルを有する信号を生成し、比較器21の非反転入力端子に供給する。比較器21の反転入力端子には、閾値設定部20に設定されている所定の閾値が入力されている。比較器21は、抽出部19より入力される信号のレベルと、閾値設定部20よ

り供給される所定の閾値の大きさを比較し、信号のレベルが閾値より大きいとき、正の信号を出力し、小さいとき、負の信号を出力する。

【0023】以上のような構成を有する処理部5は、例えばマイクロコンピュータなどにより構成される制御部7により、その動作が制御されている。制御部7は、各種のスイッチ、ボタンなどにより構成される入力部6からの入力に対応して、処理部5を制御する。

【0024】抽出部19は、例えば、図2に示すように構成される。増幅器13より出力された信号は、非反転増幅器31と反転増幅器32に入力される。非反転増幅器31は、入力された信号を、そのままの極性で、所定の増幅率で増幅して、セクタ33の入力1に供給する。反転増幅器32は、入力された信号の極性を反転し、非反転増幅器31と同一の増幅率で増幅し、セクタ33の入力2に供給する。セクタ33は、基準信号再現部18より供給される基準信号が正の時、入力1に供給される信号を選択し、負のとき入力2より供給される信号を選択し、それぞれ出力端子から出力する。ローパスフィルタ(LPF)34は、セクタ33より入力される信号を平滑し、比較器21に出力する。

【0025】次に、その動作について説明する。ユーザが入力部6を操作して、この装置の使用の開始を指令すると、制御部7は、図3のフローチャートに示すキャリブレーション処理を実行する。最初に、ステップS1において、制御部7は、位相保持部14を制御し、内蔵するカウンタ(図示せず)をリセットさせる。次に、ステップS2において、制御部7は、発振器11を制御し、発振信号を超音波送信器1に供給し、超音波送信器1に、発振器1より入力された発振信号に対応する位相の超音波を発生させる。このとき、搬送路3には、紙葉類4がまだ搬送されていないので、超音波送信器1より送信された超音波は、超音波受信器2に、直接(紙葉類4を介さずに)受信される。

【0026】超音波受信器2は、超音波送信器1より出力された超音波を受信すると、その超音波に対応する受信信号を出力する。この受信信号は、AC結合部12により、直流成分が除去され、交流成分のみが増幅器13により増幅され、位相保持部14に供給される。

【0027】位相保持部14にはまた、発振器11が出力する発振信号が入力されており、位相保持部14は、ステップS3において、発振信号(送信信号)のゼロクロス点が検出されるまで待機し、ゼロクロス点が検出されたとき、ステップS4において、内蔵するカウンタをスタートさせ、クロックのカウント動作を開始させる。

【0028】そして、位相保持部14は、ステップS5において、増幅器13より入力される受信信号のゼロクロス点を検出するまで待機し、ゼロクロス点が検出されたとき、ステップS4でスタートさせたカウンタのカウント動作を停止させる。位相保持部14のカウンタは、

ステップS4で、所定のクロックをカウントする動作を開始し、ステップS6で、そのカウント動作の停止が指令されるまでカウント動作を継続する。その結果、位相保持部14のカウンタには、超音波送信器1が送信した超音波が、超音波受信器2に直接受信されるまでの時間に対応する値が保持される。この時間は、とりもなおさず、超音波送信器1が送信した超音波(送信信号)と、超音波受信器1が受信した受信信号の位相差 $A_1$ に対応している。

【0029】以上のキャリブレーション処理により、位相差保持部14に、この装置の使用時の温度、気圧などの周囲の環境下における位相差が保持される。

【0030】この紙葉類検知装置の工場出荷時において、上述したキャリブレーション処理と同様の処理が行われ、その時、超音波送信器1から送信された超音波が、超音波受信器2により受信されるまでの位相差 $A_0$ が、位相設定部15に予め記憶されている。さらに、工場出荷時においては、搬送路3上に1枚の標準的な紙葉類4を載置した状態で、上述したキャリブレーション処理と同様の処理が実行され、そのときの位相差 $B_0$ が、位相設定部16に保持されている。

【0031】なお、この例においては、位相設定部15と位相設定部16に、実際に超音波送信器1より送信された超音波を、超音波受信器2により受信させたときの位相差を保持、設定させるようにしたが、位相設定部15、16をROM(Read Only Memory)などで構成し、対応する標準の紙葉類検知装置で実験した結果得られた値を記憶させておくようにすることもできる。

【0032】演算部17は、位相設定部16に保持されている値 $B_0$ と、位相保持部14に保持されている値 $A_1$ を加算し、その加算値から、位相設定部15に保持されている値 $A_0$ を減算することで、基準信号の位相 $B_1$ を演算する。すなわち、次式が演算される。

$$B_1 = B_0 - A_0 + A_1$$

【0033】なお、これらの値 $A_0$ 、 $B_0$ 、 $A_1$ は、それぞれ6ビットのデジタルデータで表され、演算部17は、これらの演算をデジタル的に実行する。

【0034】基準信号再現部18は、6ビットのデジタルデータで表される基準位相に対応するアナログの基準信号を生成し、抽出部19に出力する。

【0035】基準信号再現部18が生成するこの基準信号について、図4を参照して、さらに説明する。いま、発振器11が、超音波送信器1に供給する発振信号が、図4(A)に示す発振信号であるとする、位相設定部15には、図4(B)に示すような、工場出荷時において搬送路3上に紙葉類4が存在しないタイミングにおける受信信号の位相遅れに対応する値 $A_0$ が保持されていることになる。また、同様に、位相設定部16には、工場出荷時において、搬送路3上に、1枚の紙葉類4が存在するタイミングにおける、超音波受信器2の受信信号

の位相の遅れに対応する値 $B_0$ が保持されている。

【0036】さらに、位相保持部14には、この装置の使用時の（キャリブレーション時の）超音波受信器2の受信信号の紙葉類が存在しないタイミングの位相の遅れに対応する値 $A_1$ が保持されている。受信信号の位相の遅れが、工場出荷時において、値 $A_0$ であったものが、キャリブレーション時、値 $A_1$ になっているということは、両者の差 $A_1 - A_0$ は、工場出荷時とキャリブレーション時の周囲の環境（温度、気圧など）の変化に起因する差に対応しているものと考えられる。そこで、工場出荷時の紙葉類が1枚の場合の受信信号の遅れの値が $B_0$ であるから、使用時の（キャリブレーション時の）紙葉類が1枚存在する場合の受信信号の位相の遅れは、 $B_1$ （ $= B_0 + A_1 - A_0$ ）であると想定される。図4（E）は、この想定受信信号を表している。基準信号再現部18は、発振信号に対して、値 $B_1$ （ $= B_0 + A_1 - A_0$ ）だけ位相が遅れた方形波の図4（F）に示すような基準信号を生成する。すなわち、この基準信号は、キャリブレーション時において、搬送路3上に紙葉類4が1枚存在する場合に想定される、位相の遅れ $B_1$ を有する受信信号に対応する方形波となっている。

【0037】基準信号再現部18は、所定の位相を有する方形波を、例えば、図5に示すように生成する。すなわち、いま $2\pi$ の間隔を64分割し、位相を00h乃至3Fhまでの64通りのコードで表すものとする、位相コード00hの正弦波は、図5（A）に示すように表される。この位相コード00hの方形波は、図5（B）に示すようになる。そして、例えば、位相コード04hの正弦波は、図5（C）に示すようになり、位相コード04hの方形波は、図5（D）に示すようになる。基準信号再現部18は、演算部17より供給された6ビットのカウンタの値で表される位相を、この位相コードに変換し、変換された位相コードに対応する方形波を生成する。

【0038】以上のようにして、キャリブレーション処理が行われた後、制御部7は、図示せぬ分離搬送機構を制御し、紙葉類4を分離搬送させる。紙葉類4が、搬送路3の孔3Aを通過しているタイミングにおいて、制御部7は、発振器11を制御し、超音波送信器1より超音波を発生させ、超音波受信器2に紙葉類4を介して超音波を受信させる。超音波受信器2は、受信した超音波に対応する受信信号を出力する。この受信信号は、AC結合部12を介して、増幅器13に入力され、増幅された後、抽出部19に入力される。この受信信号は、非反転増幅器31を介して、そのまま、セレクト33の入力1に入力されるとともに、反転増幅器32により、その極性が反転され、入力2に入力される。

【0039】いま、図6の信号A（図4（A）に示す信号に対応する）を発振信号とし、信号E（図4（E）の信号に対応する）を紙葉類が1枚であるときに想定され

る受信信号であるとする、受信信号再現部18の出力する基準信号は、図6の信号F（図4（F）の基準信号に対応する）となる。図6には、受信信号の位相が、基準信号と同相である場合（ケース1）、30度ずれている場合（ケース2）、90度ずれている場合（ケース3）、および180度ずれている場合（ケース4）の例が表されている。

【0040】セレクト33は、基準信号が高レベルのとき入力1を選択し、低レベルのとき入力2を選択するので、受信信号の位相が、基準信号の位相と同相である場合（ケース1の場合）、図6に示すように、セレクト33は、受信信号 $R_1$ の正の半波と負の半波を整流して得られたような信号 $G_1$ を出力する。ローパスフィルタ34は、この全波整流されたような信号 $G_1$ を平滑するので、大きなレベルの信号 $H_1$ を出力する。

【0041】これに対して、受信信号の位相が基準信号の位相から30度ずれている場合（ケース2の場合）、セレクト33は、図6に示すように、受信信号 $R_2$ の正の部分だけでなく、負の部分も含む信号 $G_2$ を出力するので、ローパスフィルタ34による、その平滑信号 $H_2$ のレベルは、ケース1の場合の信号 $H_1$ より小さい正の値となる。

【0042】受信信号の位相が、基準信号から90度ずれている場合（ケース3の場合）、図6に示すように、セレクト33は、受信信号 $R_3$ の正の部分と負の部分の割合が等しい信号 $G_3$ を出力するので、ローパスフィルタ34の出力する信号 $H_3$ のレベルは0となる。

【0043】さらに、受信信号の位相が、基準信号の位相から180度ずれている場合（ケース4の場合）、図6に示すように、セレクト33は、受信信号 $R_4$ を負の方向に全波整流したような信号 $G_4$ を出力するので、ローパスフィルタ34の出力する信号 $H_4$ は、負のレベルの信号となる。

【0044】このように、抽出部19のローパスフィルタ34より出力される信号Hのレベルは、受信信号Rの基準信号Fからの位相のずれが大きくなるに従って小さくなる。従って、ローパスフィルタ34が出力する信号Hのレベルと、閾値設定部20に設定されている所定の閾値とを比較器21で比較すると、紙葉類4の枚数が1枚の時、基準信号の位相の遅れは小さく、従って、ローパスフィルタ34の出力する信号Hのレベルは、閾値設定部20に設定されている閾値より大きくなる。その結果、比較器21は、高レベルの信号を出力する。これに対して、紙葉類4が重送されたとき、受信信号の位相遅れが大きくなり、ローパスフィルタ34が出力する信号Hのレベルが、閾値設定部20に設定されている閾値より小さくなる。その結果、比較器21は、低レベルの信号を出力する。

【0045】紙葉類4の厚さが薄いときでも、受信信号の位相は確実に変化する。この実施の形態では、この位

相の変化をレベルに変換して、所定の閾値と比較しているのので、紙葉類4が薄い場合にも、重送を確実に検知することができる。

【0046】逆に、紙葉類4が厚い場合には、受信信号のレベルが低下し、その位相を正確に検出することが比較的困難になるが、本実施の形態においては、非反転増幅器31と反転増幅器32により、それぞれ逆極性の受信信号を得て、両者を基準信号の位相に基づいて加算し、ローパスフィルタ34により、所定のアナログ信号のレベルに変換しているのので、実質的にレベル方式で紙葉類を検知していることになり、紙葉類の厚さが厚い場合にも、その重送を確実に検知することが可能となる。

【0047】さらに、周囲の温度や気圧などが変化した場合の位相の変化は、演算部17の演算により相殺されているのので、使用環境によらず、安定して重送を検知することが可能となる。

【0048】

【発明の効果】以上の如く、請求項1に記載の紙葉類検知装置によれば、受信信号と基準信号の位相を比較し、その位相差に対応するレベルの信号を、基準レベルと比較するようにしたので、紙葉類の厚さや周囲の環境に影響されずに、紙葉類の重送を確実に検知することが可能となる。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明を適用した紙葉類検知装置の構成例を示すブロック図である。

【図2】図1の抽出部19の構成例を示すブロック図で

ある。

【図3】図1の位相保持部14のキャリブレーション処理を説明するフローチャートである。

【図4】図1の演算部17の演算を説明する図である。

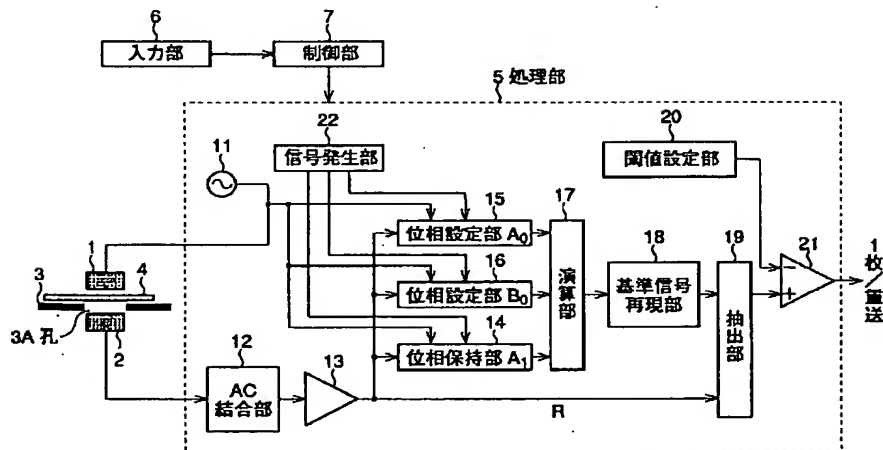
【図5】図1の基準信号再現部18の原理を説明する図である。

【図6】図2の抽出部19の動作を説明するタイミングチャートである。

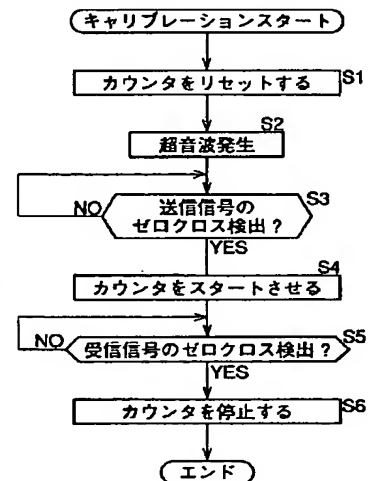
【符号の説明】

- 1 超音波送信器
- 2 超音波受信器
- 3 搬送路
- 4 紙葉類
- 5 処理部
- 11 発振器
- 14 位相保持部
- 15, 16 位相設定部
- 17 演算部
- 18 基準信号再現部
- 19 抽出部
- 20 閾値設定部
- 21 比較器
- 22 信号発生部
- 31 非反転増幅器
- 32 反転増幅器
- 33 セレクタ
- 34 ローパスフィルタ

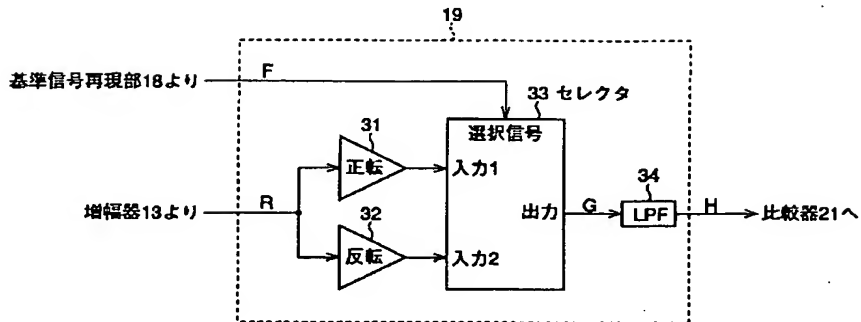
【図1】



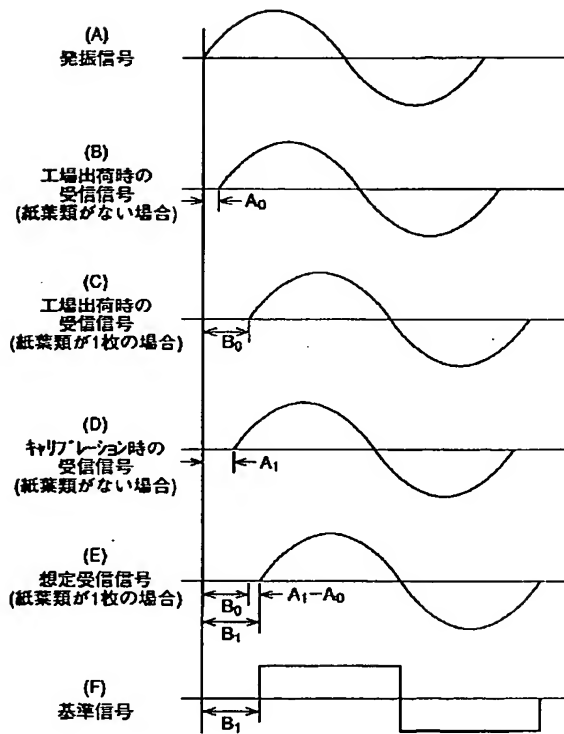
【図3】



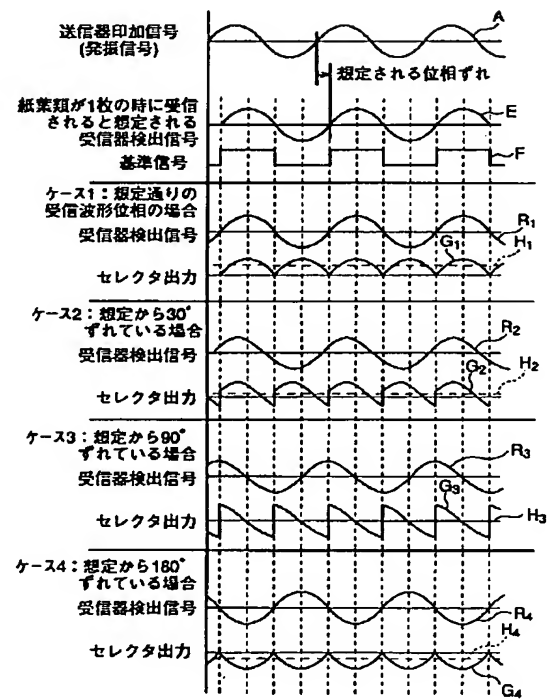
【図2】



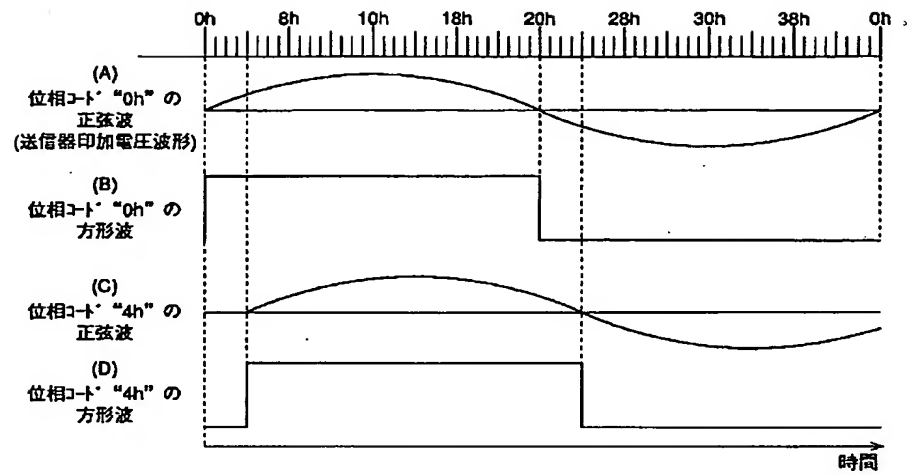
【図4】



【図6】



【図5】



フロントページの続き

(72)発明者 中條 秀樹  
 京都府京都市右京区花園土堂町10番地 オムロン株式会社内  
 (72)発明者 杉本 雅  
 京都府京都市右京区花園土堂町10番地 オムロン株式会社内

(72)発明者 有原 武  
 京都府京都市右京区花園土堂町10番地 オムロン株式会社内  
 (72)発明者 家崎 晃次  
 愛知県一宮市奥町字野越46番地 オムロン一宮株式会社内

Fターム(参考) 3F048 AA02 AA05 AA06 AA08 BA05  
 BA13 BB09 CC01



## PAPERS DETECTION DEVICE

Patent number: JP2000211769  
 Publication date: 2000-08-02  
 Inventor: NISHIO TAKETERU; OHASHI YUJI; NAKAJO HIDEKI;  
 SUGIMOTO MASA; ARIHARA TAKESHI; YASAKI  
 KOJI  
 Applicant: OMRON CORP  
 Classification:  
 - international: B65H7/00  
 - european:  
 Application number: JP19990013257 19990121  
 Priority number(s):

Also published :

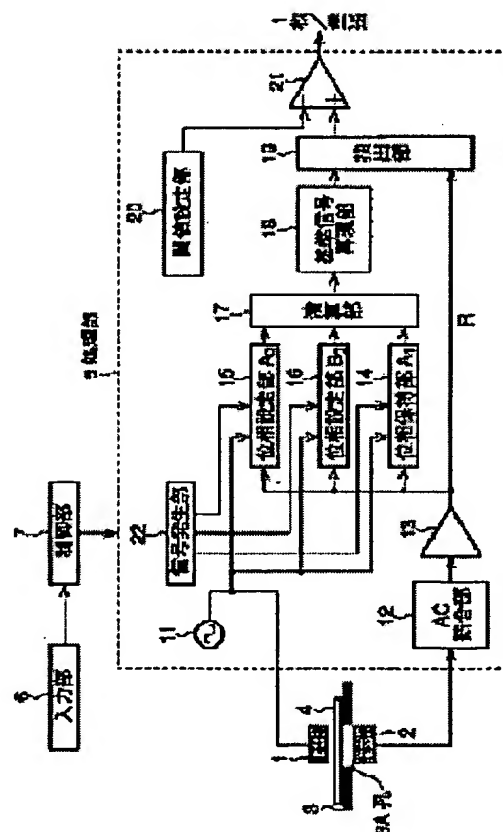
EP1022243  
 EP1022243  
 US6397671  
 EP1022243

[View INPADOC patent family](#)

## Abstract of JP2000211769

**PROBLEM TO BE SOLVED:** To detect an overlapped feeding of papers without being influenced by a thickness of the papers and an environment of the surroundings.

**SOLUTION:** A supersonic wave transmitted from a supersonic transmitter 1 is received by a supersonic receiver 2 through papers 4. A receipt signal is inputted to an extraction part 19 and is compared with a phase of a standard signal which a standard signal reproducing part 18 outputs and then is converted to a signal of level corresponding to a phase difference. The signal of level corresponding to the phase difference is compared with a threshold value set in a threshold value setting part 20 in a comparator 21. When only one sheet of the paper 4 is fed, the comparator outputs a signal of a high level and when the paper 4 is overlapped-fed, the comparator outputs a signal of a low level.



Description of correspondent: US6397671

## BACKGROUND OF THE INVENTION

[0002] 1. Field of the Invention

[0003] The present invention relates to a sheet detecting device, and more particularly to a sheet detecting device reliably detecting a feeding state that sheets are doubly fed.

[0004] 2. Description of the Background Art

[0005] A scanner, a printer, a copying machine, a printing machine, an ATM (automated teller machine) or the like, has a mechanism in which a bundle of sheets, such as papers or bank notes, are separated each single sheet, and each separated one is fed sheet by sheet. In such a feeding, though each of the sheets should be to be fed sheet by sheet, a doubles feeding occurs in the case where two or more sheets are erroneously fed while being partially or entirely superimposed one on another. In the case of the doubles feeding, it is necessary to give a user an alarm of the doubles feeding. In view of the doubles feeding, a doubles detector for detecting the doubles feeding is provided in each of those machines.

[0006] From the standpoint of the detection principle, the doubles detectors are categorized into a doubles detector of a level type as disclosed in Japanese patent No. 1725105 and a doubles detector of a phase type as disclosed in JP-A-52-40379.

[0007] In the doubles detector of the level type, a transmitter for transmitting an ultrasonic wave and receiver for receiving the ultrasonic wave are provided in a feeding path through which the sheets are fed. The receiver receives the ultrasonic wave from the transmitter, through a sheet or members being fed (more exactly, the ultrasonic wave transmitted through the sheet or members), and the receiver outputs a signal corresponding to a reception level of the ultrasonic wave. When a level of the signal outputted from the receiver in the case of one sheet is compared with a level of the signal in the case of two or more sheets, the ultrasonic wave in the latter case is more attenuated than that in the former case, hence the output level in the latter case is smaller than in the former case. For that reason, it is possible to judge whether or not the current sheet feeding is the doubles feeding by comparing the level of the signal of the receiver is compared with a predetermined threshold level.

[0008] In the doubles detector of the phase type, the transmitter transmits a signal of a predetermined phase. The receiver receives a signal which is transmitted through a sheet or members. When a phase of the signal in the case of two or more sheets is compared with a phase of the signal in the case of one sheet, the phase of the signal varies more greatly in the former case than that in the latter case. For that reason, doubles feeding may be detected by the utilization of the result of comparing a difference between the phases of the transmitting and receiving signals compared with a predetermined reference phase.

[0009] In the doubles detector of the level type, when the sheet is thin, its influence on the attenuation of the ultrasonic wave is small. Therefore, when the feeding of the one sheet is compared with the doubles feeding, a level difference between the receiving ultrasonic waves of the above two cases is not large. Therefore, the doubles detector has a disadvantage that it is very difficult to detect the doubles feeding in the case where the sheet is thin.

[0010] The doubles detector of the phase type has such a disadvantage that when the sheet is thick, the doubles detector of the phase type fails to detect the doubles feeding. More precisely, in a case where the sheet is thick, the attenuation of the ultrasonic wave is large. Therefore, in the case of the doubles feeding, the ultrasonic wave is greatly attenuated. As a result, a waveform of the ultrasonic wave is greatly deformed so as to fail to secure an S/N high enough to detect the periods of the ultrasonic wave, and phase comparison becomes impossible.

[0011] Further, the phase type of the doubles detector has the following disadvantage. When surrounding temperature and atmospheric pressure vary, a propagation velocity of the ultrasonic wave also varies thereby influencing a phase of the receiving signal. Therefore, the doubles detector cannot detect the doubles feeding correctly.

#### SUMMARY OF THE INVENTION

[0012] The present invention has been made in view of the above circumstances, and an object of the invention is to reliably detect the doubles feeding irrespective of the thickness of the sheet, and variations of surrounding temperature, atmospheric pressure and the like.

[0013] According to the present invention, there is a sheet detecting device comprising: transmitting means for transmitting a transmission signal; receiving means for receiving the transmission signal from the transmitting means, through a feeding path through which a sheet is fed, and outputting a reception signal; generating means for generating a reference signal of a predetermined phase; phase comparing means for comparing a phase of the reception signal output from the receiving means with that of the reference signal generated by the generating means, and outputting a signal having a level corresponding to a phase difference therebetween; storing means for storing a predetermined reference level; and level comparing means for comparing an output of the phase comparing means with the reference level stored in the storing means, and outputting the result of the comparison.

[0014] In the thus constructed sheet detecting device, a transmission signal transmitted by the transmitting means is received by the receiving means, through a sheet. A phase of a reception signal output from the receiving means is compared with a phase of a reference signal, and a signal having a level corresponding to the phase difference is further compared with a predetermined reference level.

[0015] Before proceeding with the description of the present invention, description will first be given clarifying the relationships of the means used in the description of the claim and the corresponding members or portions in the detailed description of the preferred embodiment. To this end, the technical features of the invention will be described in a manner that those means are attached with specific examples (one for each means) put in parentheses.

[0016] According to a first aspect of the present invention, there is provided a sheet detecting device comprising: transmitting means (e.g., ultrasonic-wave transmitter 1 in FIG. 1) for transmitting a transmission signal; receiving means (e.g., ultrasonic-wave receiver 2 in FIG. 1) for receiving the transmission signal from the transmitting means, through a feeding path through which a sheet is fed; outputting a reception signal; generating means (e.g., arithmetic operation unit 17 in FIG. 1) for generating a reference signal of a predetermined phase; phase comparing means (e.g., extracting unit 19 in FIG. 1) for comparing a phase of the reception signal output from the receiving means with that of the reference signal generated by the generating means, and outputting a signal having a level corresponding to a phase difference therebetween; storing means (e.g., threshold-value setter 20 in FIG. 1) for storing a predetermined reference level; and level comparing means (e.g., comparator 21 in FIG. 1) for comparing an output of the phase comparing means with the reference level stored in the storing means, and outputting the result of the comparison.

[0017] According to a second aspect of the present invention, in a sheet detecting device, the generating means includes a first holding means (e.g., phase holder 14 in FIG. 1) for causing a phase of the reception signal that is output from the receiving means when no sheet is present in the feeding path, to reflect a phase of the reference signal.

[0018] According to a third aspect of the present invention, in a sheet detecting device, the generating means includes a second holding means (e.g., phase setter 15 in FIG. 1) for causing a phase of the reception signal, at a predetermined time, that is output from the receiving means when no sheet is present in the feeding path, to reflect on a phase of the reference signal, and a third holding means (e.g., phase setter 16 in FIG. 1) for causing a phase of the reception signal, at the predetermined time, that is output from the receiving means when one sheet is present in the feeding path, to reflect on a phase of the reference signal, wherein the generating means determines a phase of the reference signal in accordance with a difference between the sum of the phase stored in the first holding means and the phase stored in the third holding means, and the phase stored in the second holding means.

#### BRIEF DESCRIPTION OF THE DRAWINGS

[0019] FIG. 1 is a block diagram showing an arrangement of a sheet detecting device of the present invention.

[0020] FIG. 2 is a block diagram showing an arrangement of an extracting unit 19 in the circuit of FIG. 1.

[0021] FIG. 3 is a flow chart showing a calibration process for a phase holder 14 in the circuit of FIG. 1.

[0022] FIGS. 4A to 4F are waveforms useful in explaining an arithmetic operation by an arithmetic operation unit 17 in the circuit of FIG. 1.

[0023] FIGS. 5A to 5D are waveform diagrams useful in explaining the principle of a reference-signal reproduction unit 18 in the circuit of FIG. 1.

[0024] FIGS. 6A to 6F are timing charts for explaining an operation of an extracting unit 19 in the circuit of FIG. 2.

#### DETAILED DESCRIPTION OF THE PRESENT INVENTION

[0025] The present invention will be described in detail with reference to the accompanying drawing.

[0026] FIG. 1 is a block diagram showing an arrangement of a sheet detecting device of the present invention. An ultrasonic-wave transmitter 1 and an ultrasonic-wave receiver 2 are oppositely disposed with respect to a hole 3A of a feeding path 3. When a sheet 4 is being transmitted through the feeding path 3, the ultrasonic-wave receiver 2 receives an ultrasonic wave through the sheet 4 (the ultrasonic wave is transmitted through the sheet) from the ultrasonic-wave transmitter 1. When a sheet 4 is not transmitted through the feeding path 3, the ultrasonic-wave receiver 2 directly receives the ultrasonic-wave received

[0027] A processor unit 5 contains an oscillator 11, an oscillation signal outputted from the oscillator applied to the ultrasonic-wave transmitter 1, and in response to the oscillation signal the ultrasonic-wave transmitter 1 operates and generates an ultrasonic wave. A reception signal, which is output from the ultrasonic-wave receiver 2, is applied to the processor unit 5, an AC component of the reception signal extracted by an AC coupler 12 formed with a capacitor, for example, and then amplified at a predetermined amplification degree by an amplifier 13. Thereafter, it is supplied to a phase holder 14, phase setters 15 and 16, and an extracting unit 19.

[0028] The phase holder 14, the phase setter 15 and the phase setter 16 sample and hold a phase of a output from the amplifier 13 in accordance with a sampling signal which is generated at predetermined timings under control of a control unit 7.

[0029] A sampling signal to be applied to the phase holder 14 is generated at such a timing that the signal is not present on the feeding path 3 just before the sheet detecting device is used. Accordingly, a phase which is held by the phase holder 14 is based on temperature and atmospheric pressure at the time of the sheet detecting device.

[0030] Similarly, a sampling signal is applied to the phase setter 15 so that the phase holder 14 holds phase A0 of a signal, which is output by the amplifier 13 when the sheet 4 is not fed onto the feeding path 3, for example, in factory before the products, or the sheet detecting devices, are delivered. Further, a sampling signal is applied to the phase setter 16 so that the phase holder 14 holds a phase B0 of a signal which is output by the amplifier 13 when one sheet 4 is present on the feeding path 3 in factory before products are delivered.

[0031] An arithmetic operation unit 17 calculates a phase B1 of a reference signal in accordance with the following equation by use of the output signals of the phase holder 14, the phase setter 15 and the phase setter 16.

[0032]  $B1=B0-A0+A1$

[0033] A reference-signal reproduction unit 18 generates a reference signal in accordance with an output signal, e.g., a signal representative of digital data, for example, 6-bit, of the arithmetic operation unit and outputs the reference signal to the extracting unit 19. The extracting unit 19 compares a phase of a signal received from the amplifier 13 with a phase of the reference signal received from the reference-signal reproduction unit 18, generates a signal at a level corresponding to a phase difference resulting from the comparison, and applies the signal to a non-inverting input terminal of a comparator 21. A predetermined threshold value, which is set in a threshold-value setter 20, has been input to an inverting input terminal of the comparator 21. The comparator 21 compares a level of the signal received from the extracting unit 19 with the predetermined threshold value from the threshold-value setter 20. When the signal level is larger than the threshold value, the comparator 21 produces a positive signal. When the signal level is smaller than the threshold value, the comparator 21 produces a negative signal.

[0034] The processor unit 5 thus arranged is controlled in its operation by the control unit 7 containing, e.g., a microcomputer. The control unit 7 controls the processor unit 5 in accordance with input signals derived from an input unit 6 containing various switches, buttons and the like.

[0035] The extracting unit 19 may be arranged as shown in FIG. 2. A signal output from the amplifier 13 is input to a non-inverting amplifier 31 and an inverting amplifier 32. The non-inverting amplifier 31 amplifies a signal input thereto at a predetermined amplification degree while not changing the polarity of the input signal, and outputs the amplified signal to an input 1 of a selector 33. The inverting amplifier 32 inverts the polarity of a signal input thereto, amplifies the input signal at an amplification degree, which is equal to that of the non-inverting amplifier 31, and applies the amplified signal to an input 2 of the selector 33. When a reference signal received from the reference-signal reproduction unit 18 is positive in polarity, the selector 33 selects the signal input to the input 1 thereof and outputs the signal at the output terminal thereof. When the reference signal is negative, the selector 33 selects the signal input to the input 2 thereof and outputs the signal at the output terminal thereof. A low-pass filter 34 (LPF) 34 smoothes a signal received from the selector 33 and outputs the resultant signal to the comparator 21.

[0036] An operation of the sheet detecting device will be described. When a user operates the input unit 6 and gives the sheet detecting device an instruction to start the device operation, the control unit 7 carries out a calibration process shown in a flow chart of FIG. 3. To start with, a step S1 is executed. In the step, the control unit 7 controls the phase holder 14, so that it resets a counter (not shown) contained therein. Then, step S2 is then executed. In the step, the control unit 7 controls the oscillator 11 to cause it to apply an oscillation signal to the ultrasonic-wave transmitter 1 and to cause the ultrasonic-wave transmitter 1

generate an ultrasonic wave having a phase corresponding to the oscillation signal received from the oscillator 11. At this time, a sheet 4 is not yet fed to the feeding path 3. Accordingly, the ultrasonic wave transmitted from the ultrasonic-wave transmitter 1 is received by the ultrasonic-wave receiver 2 directly (not through the sheet 4).

[0037] When receiving the ultrasonic wave output from the ultrasonic-wave transmitter 1, the ultrasonic-wave receiver 2 outputs a reception signal corresponding to the ultrasonic wave. A DC component of the reception signal output is removed from the reception signal by the AC coupler 12, and only an AC component of the reception signal is amplified by the amplifier 13, and the resultant signal is applied to the phase holder 14.

[0038] The phase holder 14 has also received an oscillation signal from the oscillator 11. The phase holder 14, in a step S3, waits till a zero cross point of the oscillation signal (transmission signal) is detected. When the zero cross point is detected, the phase holder 14, in a step S4, starts the counter contained in the phase holder 14 and causes it to start an operation of counting a clock signal.

[0039] The phase holder 14, in a step S5, waits till a zero cross point of the reception signal received by the amplifier 13. When the zero cross point is detected, the phase holder stops the counting operation of the counter, which was started in the step S4. The counter of the phase holder 14, in the step S4, starts an operation of counting a predetermined clock signal, and continues the counting operation till the counting operation is stopped in a step S6. As a result, a value corresponding to a time taken till the ultrasonic wave transmitted by the ultrasonic-wave transmitter 1 is directly received by the ultrasonic-wave receiver 2 is held in the counter of the phase holder 14. This time corresponds to a phase difference A1 between the ultrasonic wave (transmission signal) that the ultrasonic-wave transmitter 1 transmitted and the reception signal received by the ultrasonic-wave receiver 2.

[0040] Through the calibration process mentioned above, a phase difference in ambient conditions, such as temperature and atmospheric pressure, when the sheet detecting device is used, is held in the phase holder 14.

[0041] A process similar to the above-mentioned calibration process is carried out in a factory before the products are delivered (this calibration process will be referred to as a "factory calibration"). At this time, a phase difference A0 is created till an ultrasonic wave transmitted from the ultrasonic-wave transmitter 1 is received by the ultrasonic-wave receiver 2 is stored in advance in the phase setter 15. Further, in the factory calibration, a process similar to the above-mentioned calibration process is carried out in a step S7 that a standard sheet is put on the feeding path 3, and a phase difference B0 obtained through the process is held in the phase setter 16.

[0042] In this embodiment, the values of phase difference between the ultrasonic wave transmitted by the ultrasonic-wave transmitter 1 and that received by the ultrasonic-wave receiver 2 are held and set in the phase setters 15 and 16. In an alternative, the phase setters 15 and 16 may be formed with ROMs (read-only memories). In this case, values empirically obtained by use of a standard sheet detecting device are stored into the memories.

[0043] The arithmetic operation unit 17 adds a value B0 retained in the phase setter 16 and a value A1 retained in the phase setter 15, and subtracts a value A0 retained in the phase setter 15 from the result of the addition, thereby computing a phase B1 of the reference signal. That is, the following equation is calculated:

[0044]  $B1 = B0 - A0 + A1$

[0045] Those values B0, A0, and A1 are expressed in terms of digital data of 6 bits, and the arithmetic operation unit 17 digitally computes those data pieces.

[0046] The reference-signal reproduction unit 18 generates an analog reference signal corresponding to the reference phase expressed in terms of 6-bit digital data, and outputs it to the extracting unit 19.

[0047] The reference signal generated by the reference-signal reproduction unit 18 will be further described with reference to FIGS. 4A to 4F. Assuming that an oscillation signal that the oscillator 11 supplies to the ultrasonic-wave transmitter 1 is an oscillation signal shown in FIG. 4A, the phase setter 15 has retained a value A0 corresponding to a phase delay of a reception signal at such a timing that the sheet 4 is not present on the feeding path 3 in a factory before the products delivery. Similarly, the phase setter 16 has retained a value B0 corresponding to a phase delay of a reception signal at such a timing that the sheet 4 is present on the feeding path 3 in a factory before products delivery.

[0048] Further, the phase holder 14 has retained a value A1 corresponding to a phase delay of a reception signal of the ultrasonic-wave receiver 2 at such a timing that the sheet is not present when this device

used (at the time of calibration (referred to as a "user calibration"). There is a case where the value  $w$  in the factory calibration and it is  $A1$  in the user calibration. In this case, it may be considered that a difference ( $A1-A0$ ) between those values is due to the fact that ambient conditions (temperature, atmospheric pressure and the like) in the factory calibration changed and are different from those in user calibration. Therefore, since a delay value of the reception signal is  $B0$  when one sheet is present in the factory before the products delivery, a phase delay of the reception signal when one sheet is present in the use of the device (in the user calibration) is estimated as  $B1(=B0+A1-A0)$  FIG. 4E is a graphical representation of a waveform of the estimated reception signal. The reference-signal reproduction unit 18 generates a reference signal of a rectangular waveform, which is delayed in phase behind the oscillation signal by the value  $B1(=B0+A1-A0)$  as shown in FIG. 4F. This reference signal of the rectangular waveform corresponds to a reception signal having the phase delay  $B1$  which will appear in the case one sheet is present on the feeding path 3 at the time of calibration.

[0049] The reference-signal reproduction unit 18 generates a rectangular wave signal of a predetermined phase, for example, as shown in FIGS. 5A to 5D. It is assumed that a time distance of  $2\pi$  is divided into 64 segments, and 64 number of phase codes 00h to 3FH are assigned to those segments as shown in FIG. 5A. A rectangular wave at the segment the phase code 00h is as shown in FIG. 5B. A sinusoidal wave at the segment of the phase code 04h, for example, is as shown in FIG. 5C, and a rectangular wave at the same phase code 04h is as shown in FIG. 5D. The reference-signal reproduction unit 18 converts a phase indicated by a counter value of 6 bits, which is supplied from the arithmetic operation unit 17, into a corresponding phase code, and generates a rectangular wave signal specified by the converted phase code.

[0050] After the calibration is thus performed, the control unit 7 controls a separation/feeding mechanism (not shown), so that the sheet 4 is separated and fed. At a time that the sheet 4 passes the hole 3A of the feeding path 3, the control unit 7 controls the oscillator 11, so that the ultrasonic-wave transmitter 1 generates an ultrasonic wave and the ultrasonic-wave receiver 2 receives the ultrasonic wave through the sheet 4. In turn, the ultrasonic-wave receiver 2 outputs a reception signal corresponding to the received ultrasonic wave. The reception signal is input through the AC coupler 12 to the amplifier 13. And it is amplified by the amplifier 13 and then is input to the extracting unit 19. The reception signal passes through the non-inverting amplifier 31 and is input, as intact, to the input 1 of the selector 33. While at the same time it is input to the inverting amplifier 32 where it is inverted, and then is input to the input 2 of the selector.

[0051] FIGS. 6A to 6F are timing charts for explaining an operation of an extracting unit 19 in the case of FIG. 2.

[0052] It is assumed now that a signal A of FIG. 6A (corresponding to the signal of FIG. 4A) is an oscillation signal, and a signal E of FIG. 6B (corresponding to the signal of FIG. 4E) is a reception signal which will appear in the case where one sheet is present. On this assumption, a reference signal output from the reference-signal reproduction unit 18 is a signal F in FIG. 6B (corresponding to the reception signal of FIG. 4F). In FIGS. 6C to 6D, the following cases are illustrated: a case where the reception signal is in phase with the reference signal (case 1, in FIG. 6C), another case where those signals are phase-shifted 30 deg. (case 2, in FIG. 6D), still another case where those signals are phase-shifted 90 deg. (case 3, in FIG. 6E), and yet another case where those signals are phase-shifted 180 deg. (case 4, in FIG. 6F).

[0053] When the reference signal is logically high, the input 1 is selected by the selector 33, and when the reference signal is logically low, the input 2 is selected. Therefore, in the case where the reception signal is in phase with the reference signal (case 1), the selector 33 produces a signal G1 as formed by rectifying positive and negative half waves of a reception signal R1, as shown in FIG. 6C. Since the low-pass filter 34 smooths the signal G1 as full wave rectified, it produces a signal H1 of a large level.

[0054] In the case where those signals are phase-shifted 30 deg. (case 2), the selector 33 produces a signal G2 of a waveform containing not only positive portions of a reception signal R2 but also negative portions as shown in FIG. 6D. As a result, a smoothing signal H2 of the low-pass filter 34 is positive in polarity, but its level is lower than of the signal H1 in the case 1.

[0055] In the case where those signals are phase-shifted 90 deg. (case 3), as shown in FIG. 6E, the selector 33 produces a signal G3 in which a ratio of the positive components of a reception signal R3 is equal to that of the negative components of the same. Therefore, a signal H3 output from the low-pass filter 34 is zero in level.

[0056] In the case where those signals are phase-shifted 180 deg. (case 4), the selector 33 produces a signal G4 having a waveform formed as by full-wave rectifying a reception signal R4 in the negative direction.



shown in FIG. 6F. Therefore, a signal H3 output from the low-pass filter 34 is negative in polarity. [0057] As seen from the above description, a signal H output from the low-pass filter 34 of the extra unit 19 becomes small with increase of a phase difference of the reception signal R from the reference signal R. Accordingly, when the signal H output from the low-pass filter 34 is compared in level with a predetermined threshold value set in the threshold-value setter 20 by the comparator 21, the comparison results are as follows: When the number of sheets 4 is 1, a phase delay of the reference signal is small. Accordingly, the output signal H of the low-pass filter 34 is higher in level than the predetermined threshold value. As a result, the comparator 21 produces a signal H of high level. When the sheets 4 are doubly fed, a phase delay of the reception signal is great. The output signal H of the low-pass filter 34 is lower in level than the predetermined threshold value set in the threshold-value setter 20. As a result, the comparator 21 produces a signal of low level.

[0058] The phase of the reception signal inevitably varies also in a case where the sheet 4 is thin. The embodiment converts the phase variations into levels, and compares the levels with the predetermined threshold value. Therefore, even if the sheet 4 is thin, the embodiment can detect the double feeding with certainty.

[0059] In a case where the sheet 4 is thick, the reception signal is reduced in level. Therefore, it is relatively difficult to detect the phase of the reception signal exactly. To cope with this, in the embodiment, the reception signals opposite in polarity are produced by use of the non-inverting amplifier 31 and the inverting amplifier 32. Both the signals are added together on the basis of the phase of the reference signal, and the resultant is converted into a level of a given analog signal by use of the low-pass filter 34. This is equivalent to the fact that the sheet is detected by the level type detection method. Therefore, the embodiment is able to detect the double feeding exactly.

[0060] A phase variation, which results from variations of ambient temperature and atmospheric pressure, is neutralized through the arithmetic operation by the arithmetic operation unit 17. In this respect, the detecting device of the embodiment is capable of stably detecting the double feeding irrespective of ambient conditions in which the device is used.

[0061] As seen from the foregoing description, a sheet detecting device constructed according to the present invention compares the phases of a reception signal and a reference signal, and compares a signal having a level corresponding to the phase difference with a reference level. Therefore, the sheet detecting device is capable of exactly detecting the double feeding irrespective of the thickness of the sheet and ambient conditions in which the device is used.

Claims of correspondent: US6397671

What is claimed is:

[0062] 1. A sheet detecting device comprising: transmitting means for transmitting a transmission signal; receiving means for receiving the transmission signal from the transmitting means, through a feeding path in which a sheet is fed, and the receiving means for outputting a reception signal; phase comparing means for comparing a phase of the reception signal outputted from the receiving means with a predetermined reference phase, and the phase comparing means for outputting a signal having a level corresponding to a phase difference therebetween; memory means for storing a predetermined reference level; and level comparing means for comparing the signal outputted from the phase comparing means with the reference level stored in the memory means, and the level comparing means for outputting a result of the comparison therebetween; first storing means for storing a phase of the reception signal outputted from the receiving means when no sheet is present in the feeding path; second storing means for storing at a predetermined time a phase of the reception signal outputted from the receiving means when no sheet is present in the feeding path; and third storing means for storing a phase of the reception signal outputted from the receiving means when one sheet is present in the feeding path, wherein the predetermined reference level is determined in accordance with a difference between a sum of the phase stored in the first storing means and the phase stored in the third storing means, and the phase stored in the second storing means.